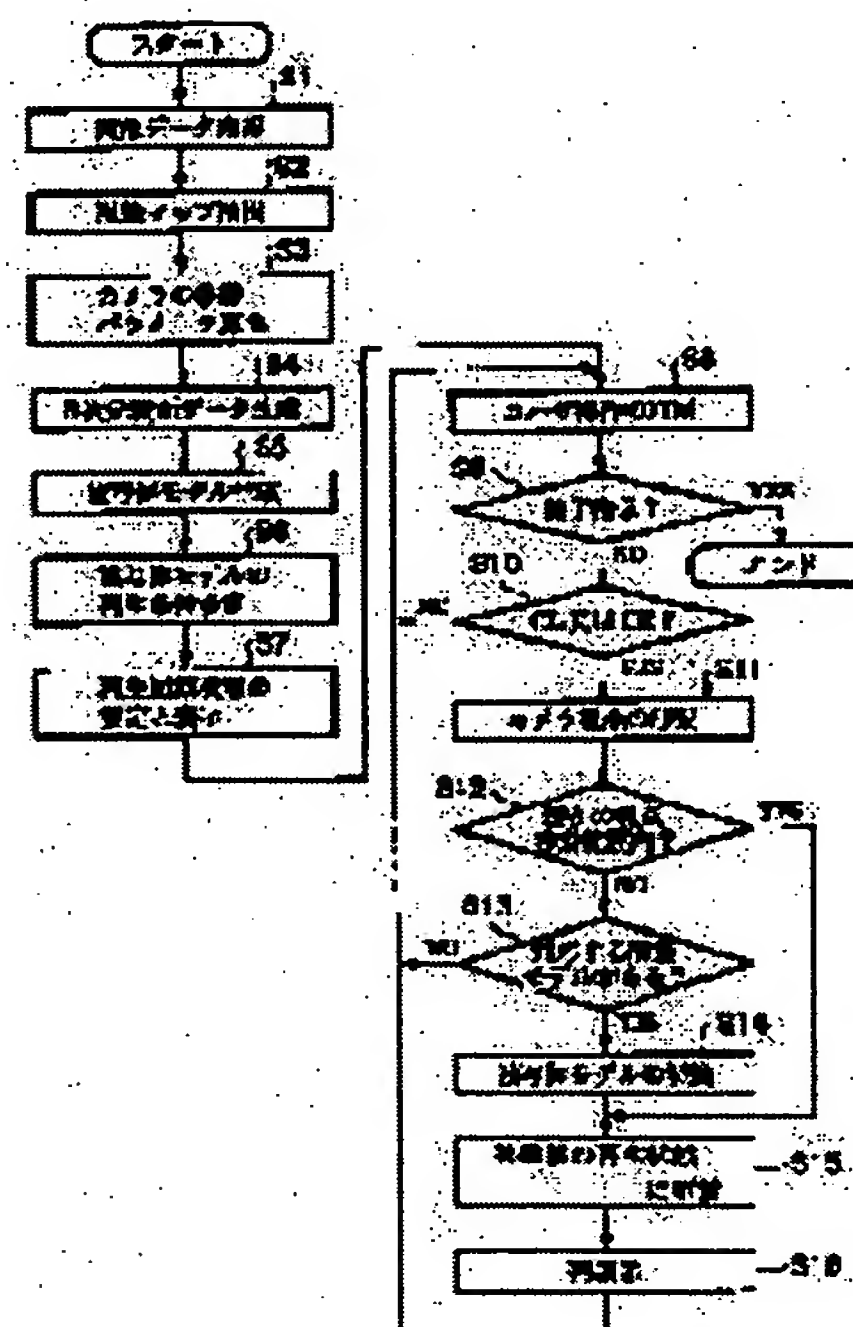


(11)Publication number : 2000-067274  
(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(21)Application number : 10-239120 (71)Applicant : CANON INC  
(22)Date of filing : 25.08.1998 (72)Inventor : YANO KOTARO  
IIJIMA KATSUMI

(57)Abstract:

**SOLUTION:** In steps S1–S4, the 3D surface data of the object are generated for each pair of adjacent subjects among plural subjects provided from different viewpoints. In steps S5–S16, the 3D surface data to be used are selected based on an observation position designated by user operation and the viewpoints of the said plural subjects and while using the selected 3D surface data, the 3D image corresponding to the viewpoint of that observation position is generated and displayed.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An image processing device comprising:

The 1st creating means that generates a three-dimensional geometric model of a photographic subject for every pair of an object image which two or more object images obtained from a different viewpoint adjoin.

A selecting means which chooses a three-dimensional geometric model which should be used based on a viewpoint of an observation position and two or more of said object images.

The 2nd creating means that generates a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position using a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[Claim 2]The image processing device according to claim 1 having further a display control means for displaying a three-dimensional picture generated by said 2nd creating means.

[Claim 3]The image processing device according to claim 1, wherein said 2nd creating means generates a three-dimensional picture corresponding to said observation position by central projection using a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[Claim 4]The image processing device according to claim 1 having further a texture-mapping means to stick on this three-dimensional geometric model an image pattern of an object image used for generating a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[Claim 5]The image processing device according to claim 4 determining whether to adopt which image pattern of the pairs of an object image used for said texture-mapping means generating said selected three-dimensional geometric model based on a view position for said display.

[Claim 6]The image processing device according to claim 4 sticking on this three-dimensional geometric model an image pattern produced by superimposing an image pattern of two object images used for said texture-mapping means generating a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[Claim 7]The image processing device according to claim 1, wherein said 1st creating means computes a three-dimensional position of each part of a photographic subject using a principle of triangulation and generates a three-dimensional model based on a pair of said object image, and a position of each viewpoint.

[Claim 8]In a pair of an object image, two or more movement vectors showing movement of subregion are extracted, Have further the 3rd creating means that generates a parameter with which movement of a viewpoint between the object images concerned and a direction are expressed based on a movement vector of this plurality, and said 2nd creating means, The image processing device according to claim 1 characterized by generating a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position based on a parameter generated by said 3rd creating means, and a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[Claim 9]An image processing method comprising:

The 1st generation process of generating a three-dimensional geometric model of a photographic subject for every pair of an object image which two or more object images obtained from a

different viewpoint adjoin.

A selection process which chooses a three-dimensional geometric model which should be used based on a viewpoint of an observation position and two or more of said object images.

The 2nd generation process of generating a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position using a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[Claim 10]The image processing method according to claim 9 having further a display control process for displaying a three-dimensional picture generated at said 2nd generation process.

[Claim 11]The image processing method according to claim 9, wherein said 2nd generation process generates a three-dimensional picture corresponding to said observation position by central projection using a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[Claim 12]The image processing method according to claim 9 having further a texture-mapping process of sticking on this three-dimensional geometric model an image pattern of an object image used for generating a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[Claim 13]The image processing method according to claim 12 determining whether to adopt which image pattern of the pairs of an object image used for said texture-mapping process generating said selected three-dimensional geometric model based on a view position for said display.

[Claim 14]The image processing method according to claim 12 sticking on this three-dimensional geometric model an image pattern produced by superimposing an image pattern of two object images used for said texture-mapping process generating a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[Claim 15]The image processing method according to claim 9, wherein said 1st generation process computes a three-dimensional position of each part of a photographic subject using a principle of triangulation and generates a three-dimensional model based on a pair of said object image, and a position of each viewpoint.

[Claim 16]In a pair of an object image, two or more movement vectors showing movement of subregion are extracted, Have further the 3rd generation process of generating a parameter with which movement of a viewpoint between the object images concerned and a direction are expressed based on a movement vector of this plurality, and said 2nd generation process, The image processing method according to claim 9 characterized by generating a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position based on a parameter generated at said 3rd generation process, and a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[Claim 17]A storage which stores a control program which makes a computer generate three-dimensional geometric model data, comprising:

A code of the 1st generation processing in which this control program generates a three-dimensional geometric model of a photographic subject for every pair of an object image which two or more object images obtained from a different viewpoint adjoin.

A code of a selection process which chooses a three-dimensional geometric model which should be used based on a viewpoint of an observation position and two or more of said object images.

A code of the 2nd generation processing that generates a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position using a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the image processing method and device for generating the three-dimensional picture of a photographic subject based on the picture which photoed the photographic subject from two or more directions with the camera.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, two or more object images obtained with the camera by photoing a photographic subject from two or more hands of cut are stored, and the system on which the picture from a desired hand of cut is displayed is known. This kind of system associates and records bearing of the exposure axis on each of two or more obtained object images, and displays the object image of the bearing of the exposure axis corresponding to the hand of cut of the directed object image at the time of reproduction. With such a function, an operator becomes possible [ operating an object image interactively ].

[0003]One example of the photographing method of an object image is shown in drawing 3. In this example, the photographic subject 1 is fixed on the turntable 2, it fixes to the tripod 4 and the camera 3 is photoed. Generally a plain thing is used for a background. It sets up so that the center of the photographic subject 1 may come on the axis of rotation of the turntable 2 mostly at this time, and it sets up so that the optic axis of the camera 3 may intersect the axis of rotation of the turntable 2. It is made for the whole photographic subject 1 to enter in the frame to photo. And the picture from [ of a photographic subject ] plurality is photoed, rotating the turntable 2 with equiangularity mostly.

[0004]And arrange so that two or more object images photoed as mentioned above, for example may be outputted along bearing of the exposure axis, and at the time of reproduction. If an object image is chosen one by one according to the hand of cut of the directed object image and it is made to display, a picture which the photographic subject is rotating in three dimensions is observable.

[0005]The three-dimensional model of a photographic subject is generated from two or more object images, the image pattern of a photographic subject is stuck on a three-dimensional model, and arbitrary camera positions and the system which displays the picture of the photographic subject in a direction in three dimensions are known.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, two or more object images were prepared, and in order to display as the photographic subject is rotating in three dimensions comfortable in changing and displaying according to a user's directions, angle of rotation of the photographic subject had to be made small, and had to be photoed. For this reason, while photography of many object images is needed and photography takes time and effort, a mass image memory will be needed.

[0007]The three-dimensional model of a photographic subject is generated, and to stick and display an image pattern, it is necessary to generate the three-dimensional model of a photographic subject with sufficient accuracy. It is because distortion of the object image displayed that the accuracy of a three-dimensional model is bad will be conspicuous. However, a



lot of computation time is needed for generation of such a highly precise three-dimensional model.

[0008] This invention is made in light of the above-mentioned problems, and the purpose, While making it possible to display a photographic subject in three dimensions from comparatively few object images, it is in providing the image processing method and device which can display the three-dimensional picture of a photographic subject with little image distortion easily without generating the three-dimensional geometric model of a highly precise photographic subject.

[0009]

[Means for Solving the Problem] An image processing device by one mode of this invention for attaining the above-mentioned purpose is provided with the following composition, for example. Namely, the 1st creating means that generates a three-dimensional geometric model of a photographic subject for every pair of an object image which two or more object images obtained from a different viewpoint adjoin, It has an observation position, a selecting means which chooses a three-dimensional geometric model which should be used based on a viewpoint of two or more of said object images, and the 2nd creating means that generates a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position using a three-dimensional geometric model selected by said selecting means.

[0010] An image processing method by other modes of this invention for attaining the above-mentioned purpose is provided with the following processes. Namely, the 1st generation process of generating a three-dimensional geometric model of a photographic subject for every pair of an object image which two or more object images obtained from a different viewpoint adjoin, It has an observation position, a selection process which chooses a three-dimensional geometric model which should be used based on a viewpoint of two or more of said object images, and the 2nd generation process of generating a three-dimensional picture corresponding to a viewpoint of said observation position using a three-dimensional geometric model selected by said selection process.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable embodiment of this invention is described with reference to an attached drawing.

[0012] (A 1st embodiment) Drawing 1 is a block diagram showing the outline composition of the image processing device by this embodiment. In drawing 1, 101 is CPU and realizes various processing based on the control program stored in ROM102 or RAM103. 102 is ROM and stores the control program and various data which are performed by CPU101. 103 is RAM and provides the field which stores the control program executed by CPU101 loaded from external storages, such as a hard disk, and workspace with CPU101 for [ workspace ] performing various processing.

[0013] 104 is a keyboard, 105 is a pointing device, and the various inputs to this image processing device are performed, respectively. 106 is a display and performs a display of a three-dimensional geometric model etc. which are mentioned later.

[0014] 107 is an external storage, stores the object image data photoed with the camera 3, or stores the control program loaded to RAM103 for execution by CPU101. 108 is a camera interface, and since object image data is stored in the external storage 107, it is mainly used for inputting the object image data obtained by taking a photograph with the camera 3. 109 is a bus and connects each above-mentioned composition mutually.

[0015] In following embodiments, although the object image data photoed with the camera 3 is inputted and used via the interface 8, it does not restrict to this. For example, two or more photographs which photoed the object image may be read with a scanner, and may be inputted as object image data, and the picture stored in CD-ROM etc. may be inputted as object image data.

[0016] Drawing 2 is a flow chart explaining the three-dimensional image display procedure by a 1st embodiment. The control program for realizing the control procedure shown in drawing 2 shall be stored in the external storage 107, and shall be loaded to RAM103 at the time of execution by CPU101. Hereafter, this embodiment is described with reference to the flow chart of drawing 2.

[0017] First, in Step S1, with the camera 3, a photographic subject is photoed and image data is

acquired. Here, a photograph shall be taken by the method shown in drawing 3. In this embodiment, the case where photography is performed to the surroundings of a photographic subject 3 times as shown in drawing 4 is explained. Although drawing 3 shows signs that the camera was moved for explanation, to rotating the photographic subject at drawing 4, probably, it will be clear that the object image obtained by both drawing 3 and drawing 4 is equivalent. In drawing 4, p1, p2, and p3 express the camera view position at the time of photography, and the arrow shows the optical axis direction. Two or more object images produced by taking a photograph in each of p1, p2, and p3 are memorized to the external storage 107, and perform processing following below. In the following explanation, the image data photoed by the camera view position p1, p2, and p3 is set to g1, g2, and g3, respectively.

[0018]After finishing photography of a photographic subject with a camera, it progresses to Step S2. In Step S2, a parallax map is extracted from between the adjacent pictures. In this example, a parallax map will be extracted about the picture g1, the picture g2, and the picture g2 and the picture g3.

[0019]Hereafter, how to extract a parallax map from two pictures is explained. First, one picture is divided into the block of NxM. And for every block, the field in which the image pattern is most similar is searched in the picture of another side, and let the searched field be corresponding areas. And displacement between both the object images of the center position (representative point of a field) of each corresponding field is made into a parallax vector, and the parallax vector about all the blocks is extracted, and let this be a parallax map. Extracting processing of this parallax map is performed among all the adjacent pictures (this embodiment between the pictures g1 and g2, g2, and g3).

[0020]Next, in Step S3, the movement parameters of the camera between two object images are computed from the parallax map obtained at Step S2. The movement parameters of a camera consist of the parameter Tn showing the move direction of the view position of a camera, and the parameter R showing rotation of the optical axis direction of a camera.

[0021]The calculating method of the movement parameters of the camera explained below, It is indicated to Section 15.5 of Addison-Wesley "Computer and Robot Vision Volume II" (R. M.Haralick and L.G.Shapiro work). First, the procession F showing the correspondence relation between pictures is searched for. The position (u', v') of the representative point of the field corresponding to it of the position (u, v) of the representative point of each block of one picture and the picture of another side is taken out from a parallax map, and the procession F with which it is satisfied of the following formulas 1 is searched for with a least square method.

[0022] $x'^T F x = 0$  (formula 1)

However,  $x=(u, v, 1)^T$ ,  $x'=(u', v', 1)^T$ , and F show the rank 2 and the procession of 3x3, and  $\hat{T}$  shows a transposed matrix.

[0023]And the three-dimensional rotation procession R of a camera and unit movement vector  $T_n=T/|T|$  are calculated from the procession F (however, T movement vector). Calculation processing of the movement parameters of this camera is performed among all the adjacent pictures (this embodiment between the pictures g1 and g2, g2, and g3). The movement parameters of the pictures g1 and g2 acquired by making it above are set to Tn1 and R1, and the movement parameters of the pictures g2 and g3 are set to Tn2 and R2.

[0024]Next, in step S4, three-dimensional surface data (three-dimensional geometric model) is generated from the movement parameters of a parallax map and a camera. Three-dimensional surface data comprises data in which the arrangement of the vertex data in which the three-dimensional position of two or more vertices for expressing a photographic subject with two or more triangles is shown, and the triangle data constituted with three vertex data is shown. Two two-dimensional coordinates which show the position on two object images of origin of the peak other than the three-dimensional coordinates which show the position of a point are assigned to each vertex data. In texture mapping at the time of displaying a three-dimensional picture later, this is for acquiring the texture in the source image data which should be used. The three-dimensional coordinates (X, Y, Z) of the vertex of three square shapes each which constitute three-dimensional surface data are calculated by the method using the principle of triangulation shown in drawing 5 from the position of the corresponding points of the pictures g1 and g2, and

movement parameters.

[0025]However, among the movement parameters of a camera, since T cannot be found as an absolute value, it becomes a relative value as which three-dimensional surface data also expresses the shape of a photographic subject. Generation processing of this three-dimensional surface data is performed among all the adjacent pictures (this embodiment between the pictures g1 and g2, g2, and g3). In the following explanation, the three-dimensional surface data which generated the three-dimensional surface data generated from the pictures g1 and g2 from S1 and the pictures g2 and g3 is set to S2.

[0026]Next, in Step S5, the photographic subject model which comprises two or more partial models from two or more three-dimensional surface data obtained by step S4 is generated. A photographic subject model consists of the four partial models M11, M12, M22, and M23 in this embodiment. The partial model M11 and M12 are generated from the three-dimensional surface data S1, and M22 and M23 are generated from the three-dimensional surface data S2.

[0027]Drawing 6 is a figure showing the characteristic of the partial model generated in a 1st embodiment. Here, the partial model M11 has the three-dimensional structure based on the vertex data of the three-dimensional surface data S1 as three-dimensional surface data, for example. And the image pattern of the triangular field where the picture g1 corresponds is stuck for every triangle data of the partial model M11. Similarly, the partial model M12, M22, and M23 have the three-dimensional structure based on the three-dimensional surface data S1, S2, and S2, respectively, and the image pattern of the picture g2, g2, and g3 will be stuck.

[0028]Next, the reproduction condition of a photographic subject model is set up at Step S6. Here, the variation of the movement parameters of a camera, a view point movement range, a right-and-left contiguity model which are shown in drawing 6, etc. are set up.

[0029]First, the viewpoint of a camera moves in the straight-line top which connects with this embodiment the view positions p1 and p2 of the camera shown in drawing 4, and p2 and p3. The optical axis direction of a camera sets up the variation of the movement parameters of a camera only the quantity proportional to the amount of view point movements rotate within the limits of the rotation of the optical axis direction in two viewpoints, and reproduce. If the rotation which can obtain dT and the rotation for every reproduction for the variation of the amount of view point movements from dQ and the three-dimensional rotation procession R of a camera among the variation of the movement parameters of a camera is set to Q, it will set up satisfy the following formulas 2. The variation of the movement parameters of the camera at the time of this reproduction is set up for every three-dimensional surface data.

[0030] $T_n/dT=Q/dQ$  (formula 2)

The view point movement range (r11, r12, r22, r23) in drawing 6 is set to every [ of a photographic subject ] partial model (M11, M12, M22, M23). Since this view point movement range expresses the range of the view position which can reproduce each partial model and is reproduced in the direction of one dimension by this embodiment, the view position of the both ends of the reproduction range is set up. About the contiguity model (for example, refer to the three-dimensional surface data S1 for both M11 and M12) which refers to the same three-dimensional surface data, the view point movement range is set up so that a partial model may change in the mid-position during the viewpoint.

[0031]Since 3-dimensional each surface data (S1, S2) has the independent three-dimensional coordinate system defined by the picture of two viewpoints, respectively, the setting-out position coordinate of the view point movement range differs in a normal coordinate for every three-dimensional surface data. That is, in this embodiment, the group of M11, M12, and M22 and M23 will have view point movement range data in the respectively same coordinate system. As shown in drawing 6, a left contiguity model and a right contiguity model are set up for every partial model. NONE shows that a contiguity model does not exist among drawing 6. A photographic subject model will be reproduced by the above setting out in the view position and view point movement range which are shown in drawing 7. A figure destructive line shows the locus of the viewpoint of the camera at the time of reproduction.

[0032]After finishing setting out of the reproduction condition of a photographic subject model as mentioned above next, setting out and its display of a reproduction initial state are performed at



Step S7. Here, the window which displays a picture is generated and it displays on the screen of the display 106. A window consists of a picture display part and a photographic subject final controlling element, and central projection generates the picture (therefore, it is the same as the picture g2) which looked at the partial model M22 in the view position of p2 shown in drawing 7 by an initial state at this embodiment. Central projection is a way method of the projection in 3D computer graphics, and is the well-known technique. In order to generate a picture by central projection from the image pattern stuck on three angular domains each of a partial model, Addison-Wesley company publication "Computer Graphics: principles and practice and Texture Mapping currently described pp.741 of 2 nd edition in C" Foley work - 744 are used. And the generated picture is drawn in the memory for a display, and it displays on the display 107 which is a picture display part. This situation is shown in drawing 8. Drawing 8 is a figure showing the displaying condition of the three-dimensional model in this embodiment. In drawing 8, V is a photographic subject final controlling element which a user directs that a picture display part, CL, and CR rotate a photographic subject the left and rightward, respectively. The upper right button 61 is an end button for the display of the three-dimensional model concerned to be ended.

[0033]Next, operation by a user is acquired in Step S8. And when a user's acquired operation is termination indication (for example, click operation of the end button 61), this processing is ended from step S9. When judged with the acquired user's operation having clicked the photographic subject final controlling element CL or CR, it progresses to Step S11 from Step S10.

[0034]In Step S11, the camera viewpoint by the click of CL or CR is moved, and it is judged as the result in which view point movement range a camera viewpoint exists. Namely, a camera view position and a direction are first changed in the direction specified by a user from the camera view position which is the present reproduction condition, and a direction by the variation of the movement parameters of a camera. And as a result, it is judged in which view point movement range the camera view position which a reproduction condition expresses is.

[0035]in Step S12, it judges whether the view position shown by a new reproduction condition is view point movement within the limits of a partial model present on display, and if it is within the limits, it can kick to Step S15 right [ that ], and will progress to it to Step S13.

[0036]When a new reproduction condition comes out of the present view point movement range, in Step S13, it is judged whether the partial model corresponding to the new view point movement range exists with reference to the contiguity model (the left contiguity model of drawing 6, right contiguity model reference) set up about the present view point movement range. And if an adjoining partial model exists, it will progress to Step S14 and the change to the adjoining partial model will be performed. On the other hand, when an adjoining model does not exist, it returns to Step S8, without updating a display. It cannot be overemphasized that it may report to a user that a stereo model cannot be displayed in this case.

[0037]For example, when a user points to rotation of a photographic subject leftward and a user points a right contiguity model to rotation of a photographic subject rightward, a left contiguity model is investigated, and a change to the model is performed. When the present camera view position is p1 (the view point movement range is r11) and also the rotation to the right of a photographic subject is directed about drawing 6 (CR was clicked), Since the left contiguity model is "NONE", since a contiguity model does not exist, the change of a model is not performed, and renewal of a display is not made, either.

[0038]In Step S15, a reproduction state is updated so that it may correspond in the view position of the new camera for which it asked at Step S11, and the direction. if the change of a partial model arises at this time -- a coordinate system -- changing. Thus, when a coordinate system changes (for example, when a model changes to M12 from M22) End data of the view point movement range in which the view position of a camera and the direction are beforehand set up for changing to the coordinate system of S2 to S1 (for example, when changing to a left contiguity model like M22 to M12) It is updated by the right end data of the view point movement range r12 of the coordinate system showing the three-dimensional surface data S1 of M12.

[0039]Central projection generates the picture acquired when the partial model which should be



displayed is seen in the view position of the camera set up, and a direction, and it redraws on the memory for a display, and expresses to a picture display part (display 107) as Step S16. And processing is returned to acquisition of the user's operation of Step S8.

[0040]According to a 1st embodiment, as explained above, the three-dimensional surface data of a photographic subject is generated from two adjacent object images, the image pattern obtained by this generated three-dimensional surface data from either of these 2 \*\* object images is stuck, and a partial model is generated. And such a partial model is prepared for one pair of every object images, and the partial model to adopt is switched based on the specified view position. For this reason, even if it is comparatively a few object images, the middle view position of an object image and the object image of a direction which were photoed can be displayed in three dimensions [ it is comfortable and ].

[0041]Since there is comparatively few image data, there is also little capacity of a required image memory and it ends. Since the image pattern stuck according to the view position to display is also changed while generating the three-dimensional surface data of a photographic subject for between [ every ] the adjacent object images, even if it is not three-dimensional surface data of a highly precise photographic subject, the three-dimensional picture of a natural photographic subject with little image distortion is acquired.

[0042](A 2nd embodiment) In a 1st embodiment mentioned above, the image pattern stuck on the three-dimensional surface data of the photographic subject generated from between the adjacent pictures is changed between the image data g1-g3 according to the view position at the time of reproduction, as shown in drawing 6, and an object image is drawn. On the other hand, two image patterns of a basis are stuck on one three-dimensional surface data doubly (mixing), and it is made to draw in a 2nd embodiment.

[0043]Since the composition of the image processing device by a 2nd embodiment is the same as that of a 1st embodiment, explanation is omitted. Hereafter, operation of a 2nd embodiment is carried out to diverting and explaining the flow chart of drawing 2.

[0044]The processing to Step S1 which generates the three-dimensional surface data of a photographic subject among the processings shown in drawing 2 - S4 is the same as that of a 1st embodiment mentioned above. Therefore, below, the three-dimensional picture display processing after Step S5 is explained.

[0045]A photographic subject model is generated from two or more three-dimensional surface data at Step S5. A photographic subject model consists of the two partial models M1 and M2 in a 2nd embodiment. The characteristic of each partial model is shown in drawing 9. Here, the partial model M1 has the three-dimensional structure based on the vertex data of the three-dimensional surface data S1, for example. And the image pattern of the triangular field in the picture g1 to which each peak corresponds, and the image pattern of the triangular field in the picture g2 to which each peak corresponds are mixed for every triangle data of three-dimensional surface data, and it is stuck. Similarly, as for the partial model M2, the picture g2 and the image pattern of g3 are stuck on the three-dimensional surface data S2.

[0046]Next, the reproduction condition of a photographic subject model is set up in Step S6. Here, the variation of the movement parameters of a camera is set up like a 1st embodiment. As shown in drawing 9, the view point movement range r1 and r2 are set up to the partial model M1 of a photographic subject, and each of M2. As the view position of the both ends of the view point movement range is shown in drawing 10, the view position at the time of photography of two pictures (pp1, p2, or 3) is set up. As shown in drawing 9, a left contiguity model and a right contiguity model are set up for every partial model.

[0047]Next, setting out and its display of a reproduction initial state are performed at Step S7. According to this embodiment, in a reproduction initial state, central projection generates the picture (therefore, it is the same as the picture g2) which looked at the partial model M2 in the view position of p2 shown in drawing 10, and it draws in the memory for a display, and displays on a picture display part (display 107).

[0048]Next, operation by a user is acquired in Step S8. And when a user's acquired operation is termination indication (for example, click operation of the end button 61), this processing is ended from step S9. When judged with the acquired user's operation having clicked the

photographic subject final controlling element CL or CR, it progresses to Step S11.

[0049]In Step S11, the camera viewpoint by the click of CL or CR is moved, and it is judged as the result in which view point movement range a camera viewpoint exists. Namely, a camera view position and a direction are first changed in the direction specified by a user from the camera view position which is the present reproduction condition, and a direction by the variation of the movement parameters of a camera. And as a result, it is judged in which view point movement range the camera view position which a reproduction condition expresses is.

[0050]in Step S12, it judges whether the view position shown by a new reproduction condition is view point movement within the limits of a partial model present on display, and if it is within the limits, it can kick to Step S15 right [ that ], and will progress to it to Step S13.

[0051]When a new reproduction condition comes out of the present view point movement range, in Step S13, it is judged whether the partial model corresponding to the new view point movement range exists with reference to the contiguity model (the left contiguity model of drawing 9, right contiguity model reference) set up about the present view point movement range. And if an adjoining partial model exists, it will progress to Step S14 and the change to the adjoining partial model will be performed. On the other hand, when an adjoining model does not exist, it returns to Step S8, without updating a display. It cannot be overemphasized that it may report to a user that a stereo model cannot be displayed in this case.

[0052]For example, when a user points to rotation of a photographic subject leftward and a user points a right contiguity model to rotation of a photographic subject rightward, a left contiguity model is investigated, and a change to the model is performed. Since the left contiguity model of the partial model M1 is "NONE" when the present camera view position is p1 and also the rotation to the right of a photographic subject is directed about drawing 9 (CR was clicked), it is judged that a contiguity model does not exist and the change of a model is not performed.

[0053]In Step S15, a reproduction state is updated so that it may correspond in the view position of the new camera for which it asked at Step S11, and the direction. When a coordinate system changes by the change of a partial model at this time (for example, when a partial model changes to M1 from M2), The view position of a camera, the end data of the view point movement range in which the direction is set up beforehand (for example, when changing from the partial model M2 to the partial model M1 which is the left contiguity model) It is updated by the right end data of the view point movement range r1 of the coordinate system showing the three-dimensional surface data S1 of the partial model M1.

[0054]Central projection generates the picture acquired when the partial model which should be displayed is seen in the view position of the camera set up, and a direction, and it redraws on the memory for a display, and expresses to a picture display part (display 107) as Step S16. And processing is returned to acquisition of the user's operation of Step S8.

[0055]At this time, the mixing ratio of the image pattern stuck doubly is set up according to the view position of a camera. For example, in the view point movement range r1 of drawing 10, In the position of p1 which is at the left end of the view point movement range, by the ratio to which the mixing ratio of the picture g1 and the picture g2 was in inverse proportion to 0:1 in the position of p2 whose mixing ratio of the picture g1 and the picture g2 is at the right end of 1:0 and the view point movement range, and in inverse proportion to the distance from the viewpoints p1 and p2 in the middle, the image pattern of the pictures g1 and g2. It sticks on the partial model M1.

[0056]As mentioned above, in a 2nd embodiment, while mixing and sticking the image pattern from two object images which become one three-dimensional surface data origin and drawing, the mixing ratio is changed based on a view position. For this reason, the image pattern of the surface of a photographic subject comes to change to nature more.

[0057]At an above embodiment, although from image data acquisition of a photographic subject to three-dimensional image display was constituted from one processing, even Step S1 - S4 may consist of two processing parts even for three-dimensional data generation processing of a photographic subject and Steps S5-S16 as three-dimensional display processing of a photographic subject. In this case, in three-dimensional data generation processing of a photographic subject, the movement parameters of the generated three-dimensional surface

data and the camera at that time once being memorized to the file from between the pictures which two or more object images adjoined as three-dimensional data of a photographic subject, and, What is necessary is to read the three-dimensional surface data of the photographic subject memorized by the file in three-dimensional data generation processing of the photographic subject after Step S5, and just to generate a photographic subject model.

[0058]In each above-mentioned embodiment, although the three-dimensional surface data of the photographic subject was used as vertex data and the three-dimensional data constituted by the arrangement of triangle data, it does not restrict to this. For example, it is good also considering the parameter of these functions as three-dimensional data of a photographic subject to approximate the arrangement of vertex data with the Nth polynomial, a spline surface, a secondary super-curved surface, spherical surface harmonics, etc. If it does in this way, when once taking the composition which memorizes three-dimensional data to the file, it can have three-dimensional data of a photographic subject as a parameter of an approximation model, and a three-dimensional model can be memorized with a small storage capacity. If this approximation model is reconstructed at the three-dimensional model generate time of the photographic subject in step S5 grade in the three-dimensional surface data constituted by the arrangement of vertex data and triangle data, the three-dimensional picture of a photographic subject can be displayed by the same processing as each embodiment mentioned above henceforth.

[0059]It explained photoing a photographic subject in front of the plain background in an above embodiment as a premise. When a photograph is taken from a direction which is different centering on a photographic subject like drawing 4 when the background of a photographic subject is not solid color, since the picture of a background changes remarkably, it becomes difficult to ask for the azimuth difference in a background region correctly. In such a case, what is necessary is just to specify the contour part of a photographic subject by a user in advance of the parallax map extracting processing in Step S2. At this time, a parallax vector is extracted in the photographic subject field specified by a user in parallax map extracting processing.

[0060]It may be made for change of the border line specified by a user to extract a parallax vector to a steep point (when a user specifies the outline of a photographic subject as a polygon, it is a vertex of that polygon) at this time. If it does in this way, when generating the three-dimensional data of a photographic subject, the three-dimensional structure of the photographic subject reflecting a user's specification can be generated.

[0061]In each above-mentioned embodiment, although the processing at the time of photoing a photographic subject from three viewpoints was explained, it is clear that the composition of this embodiment is easily extensible about the picture of the three or more arbitrary numbers of viewpoints.

[0062]Although the processing at the time of photoing a photographic subject from the viewpoint moved in one dimension in an above embodiment was explained, the three-dimensional image display method shown by the above-mentioned embodiment also about the picture of the arbitrary view positions over which it was distributed in three dimensions is easily applicable.

[0063]When displaying the three-dimensional picture of a photographic subject in an above embodiment, the processing in the case of performing view point movement of a camera in one dimension, and reproducing was explained, but it may be made to display the picture which looked at the photographic subject from arbitrary three-dimensional view positions and a direction.

[0064]Even if it applies this invention to the system which comprises two or more apparatus (for example, a host computer, an interface device, a reader, a printer, etc.), it may be applied to the devices (for example, digital camera etc.) which consist of one apparatus.

[0065]The purpose of this invention the storage which recorded the program code of the software which realizes the function of an embodiment mentioned above, It cannot be overemphasized that it is attained, also when a system or a device is supplied and the computer (or CPU and MPU) of the system or a device reads and executes the program code stored in the storage.

[0066]In this case, the function of an embodiment which the program code itself read from the storage mentioned above will be realized, and the storage which memorized that program code



will constitute this invention.

[0067]As a storage for supplying a program code, a floppy disk, a hard disk, an optical disc, a magneto-optical disc, CD-ROM, CD-R, magnetic tape, a nonvolatile memory card, ROM, etc. can be used, for example.

[0068]By executing the program code which the computer read, Based on directions of the program code the function of an embodiment mentioned above is not only realized, but, It cannot be overemphasized that it is contained also when the function of an embodiment which performed a part or all of processing that OS (operating system) etc. which are working on a computer are actual, and was mentioned above by the processing is realized.

[0069]After the program code read from the storage was written in the memory with which the function expansion unit connected to the expansion board inserted in the computer or the computer is equipped, It cannot be overemphasized that it is contained also when the function of an embodiment which performed a part or all of processing that CPU etc. with which the expansion board and function expansion unit are equipped are actual, based on directions of the program code, and was mentioned above by the processing is realized.

[0070]

[Effect of the Invention]As explained above, if it gets twisted in this invention, a photographic subject can be displayed in three dimensions from comparatively few object images. Even if it is not a three-dimensional geometric model of a highly precise photographic subject, the three-dimensional picture of a photographic subject with little image distortion can be displayed.

[0071]

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

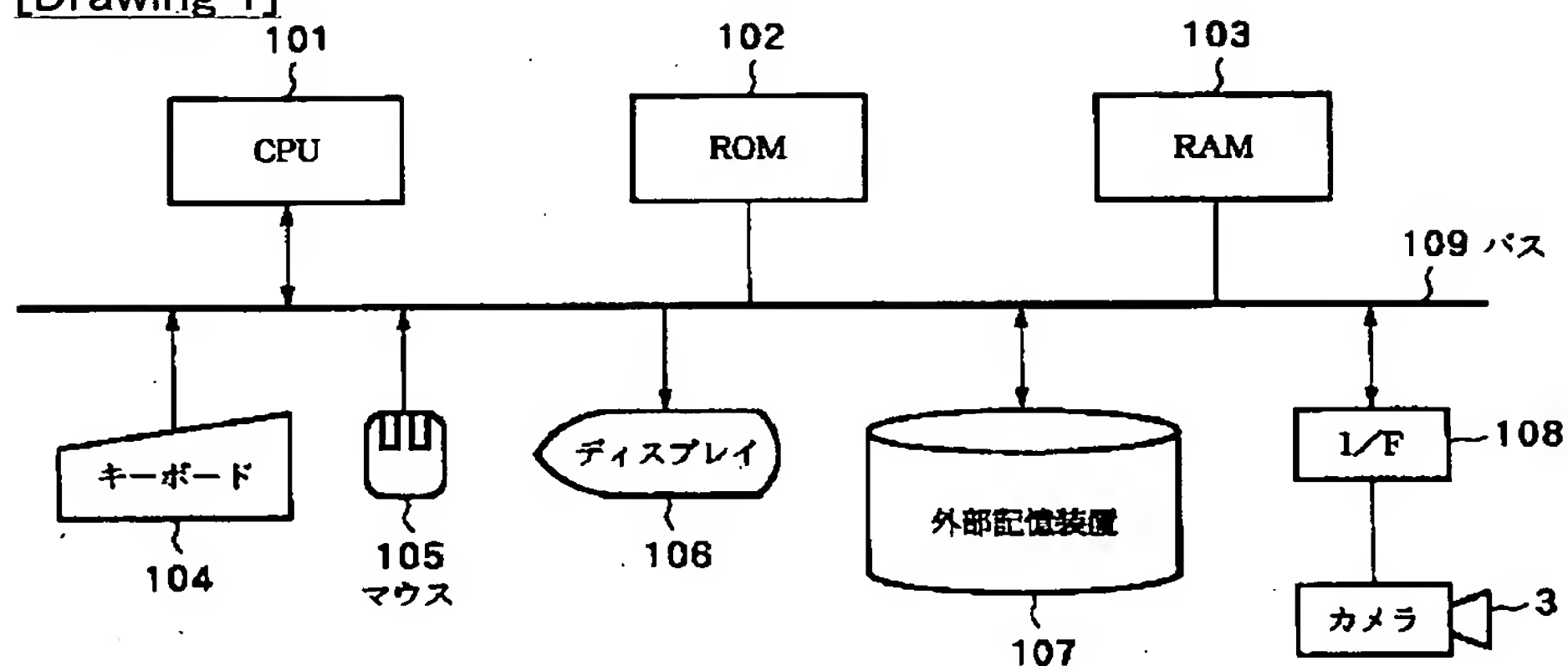
3.In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

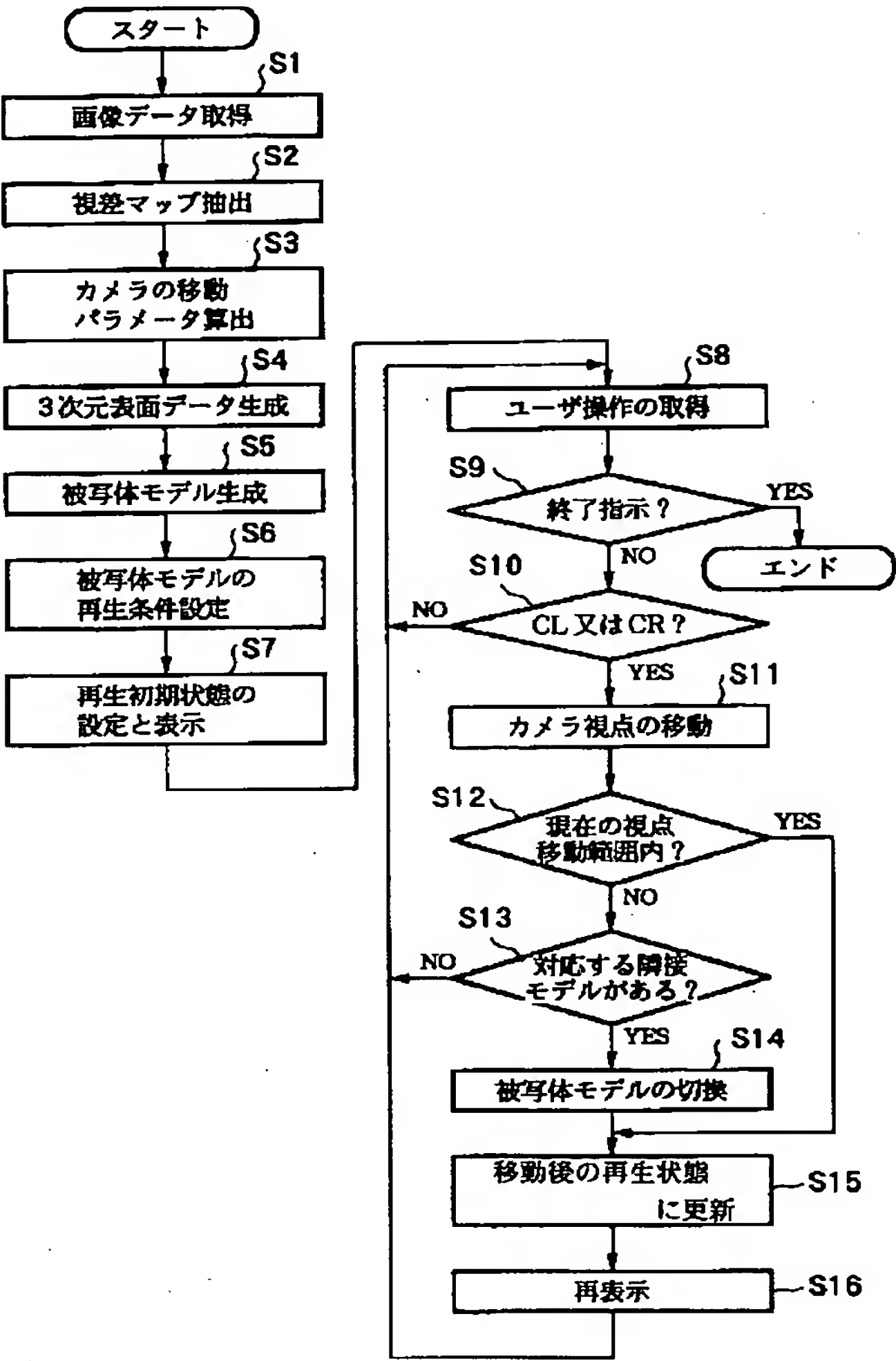
---

[Drawing 1]

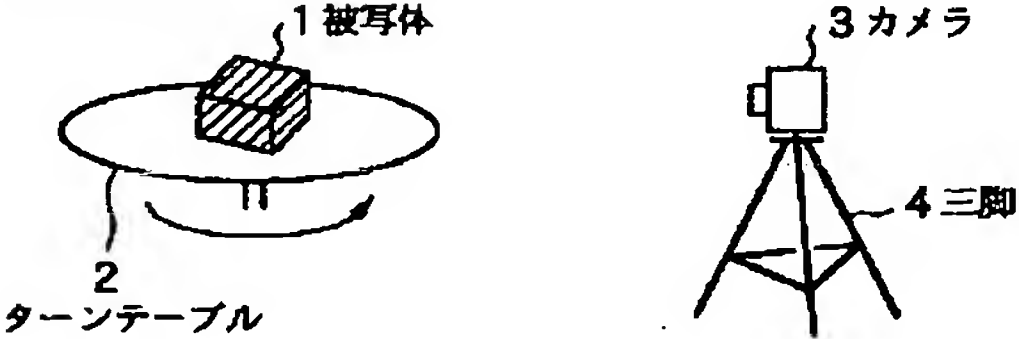


[Drawing 2]

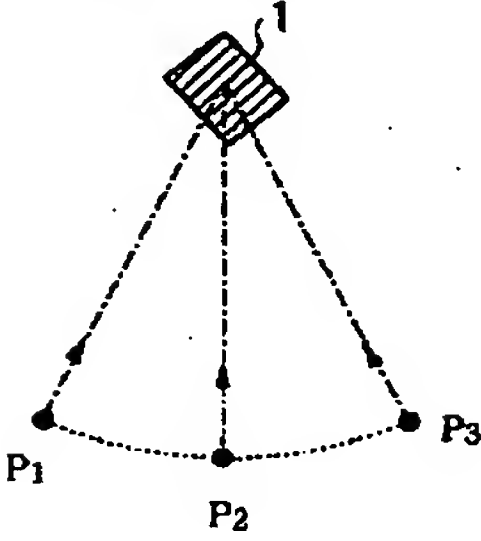




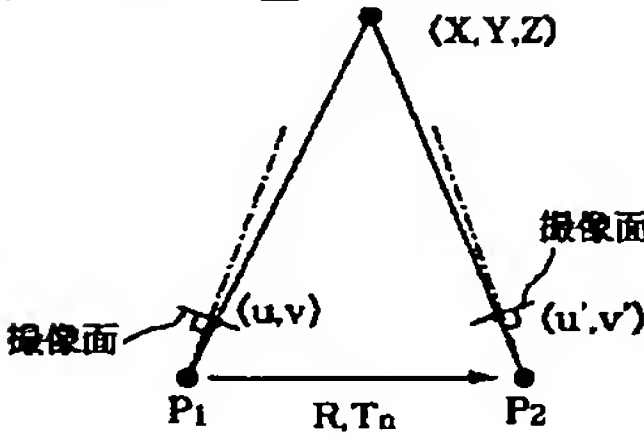
[Drawing 3]



[Drawing 4]

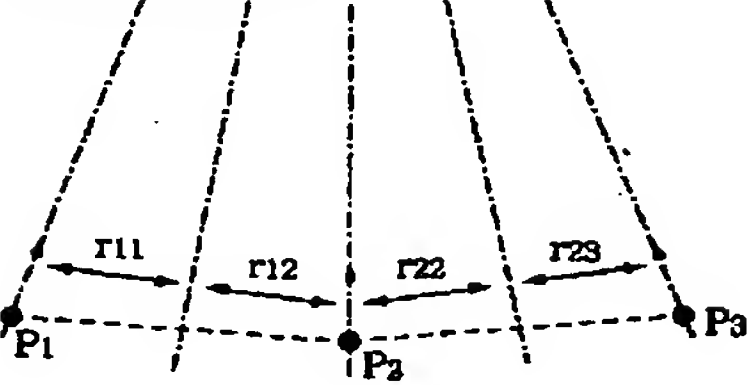


[Drawing 5]

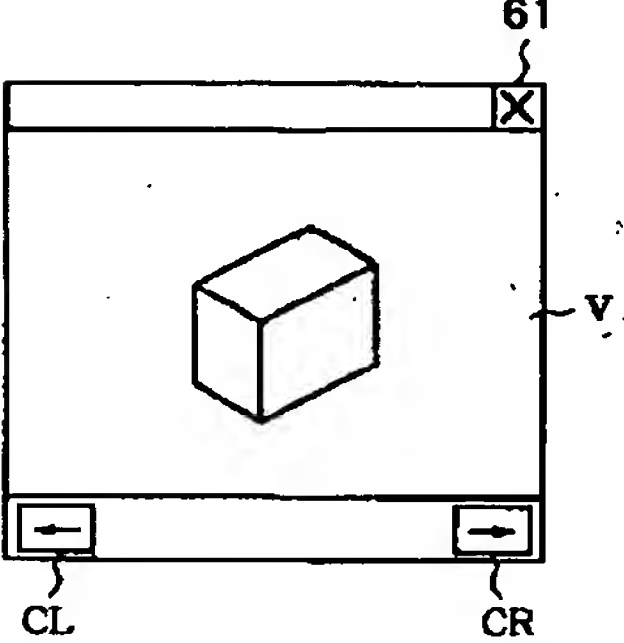




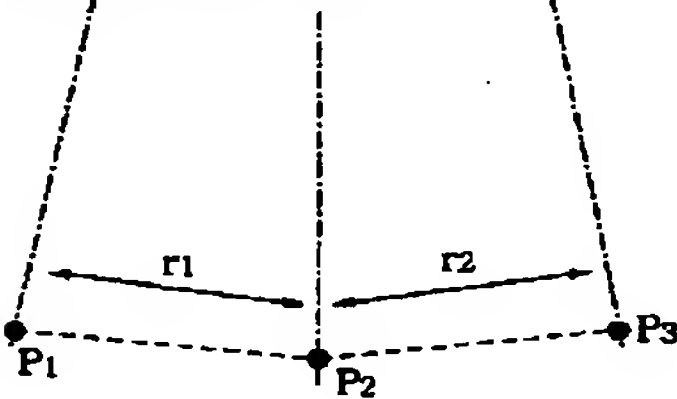
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Drawing 6]

	3次元表面データ	画像データ	視点移動範囲	左隣接モデル	右隣接モデル
M11	S1	g1	r11	NONE	M12
M12	S1	g2	r12	M11	M22
M22	S2	g2	r22	M12	M23
M23	S2	g3	r23	M22	NONE

[Drawing 9]

	3次元表面データ	左画像データ	右画像データ	視点移動範囲	左隣接モデル	右隣接モデル
M1	S1	g1	g2	r1	NONE	M2
M2	S2	g2	g3	r2	M1	NONE

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-67274  
(P2000-67274A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 6 T 17/40

G 0 6 F 15/62

3 5 0 K

5 B 0 5 0

H 0 4 N 13/00

H 0 4 N 13/00

5 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-239120

(22) 出願日

平成10年8月25日 (1998.8.25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 矢野 光太郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 飯島 克己

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

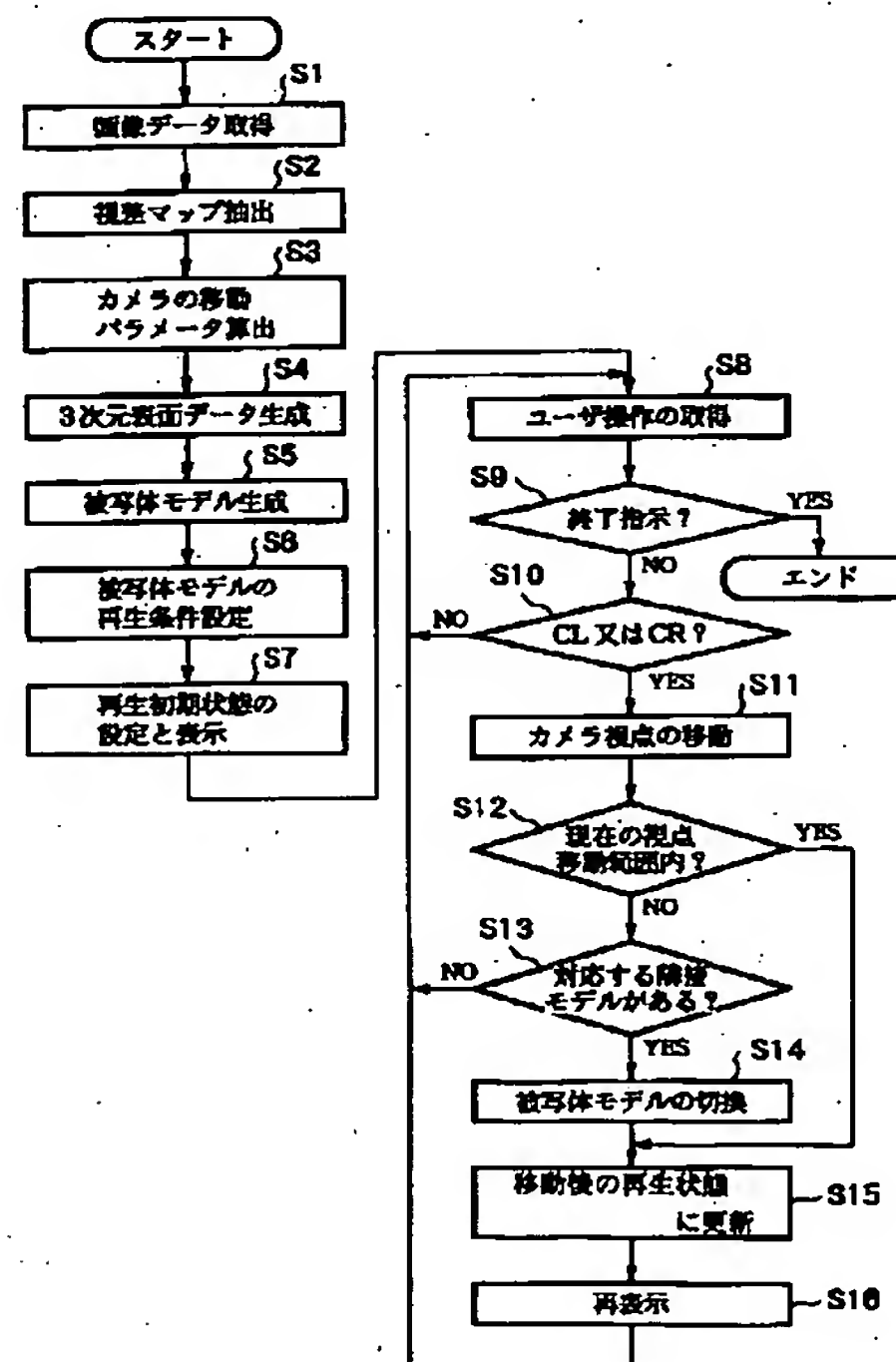
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的少ない被写体画像から被写体を3次元的に表示することを可能とするとともに、高精度の3次元形状モデルでなくとも画像歪みの少ない3次元画像を表示可能とする。

【解決手段】 ステップS1～ステップS4において、異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元表面データを生成する。そして、ステップS5～ステップS16では、ユーザ操作によって指定された観察位置と、上記複数の被写体画像の視点とに基づいて使用すべき3次元表面データを選択し、選択された3次元表面データを用いて当該観察位置の視点に対応する3次元画像を生成、表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元形状モデルを生成する第1生成手段と、

観察位置と前記複数の被写体画像の視点に基づいて使用するべき3次元形状モデルを選択する選択手段と、  
前記選択手段で選択された3次元形状モデルを用いて前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成する第2生成手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記第2生成手段で生成された3次元画像を表示するための表示制御手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記第2生成手段は、前記選択手段で選択された3次元形状モデルを用いて透視投影により前記観察位置に対応する3次元画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記選択手段で選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた被写体画像の画像パターンを、該3次元形状モデルに貼り付けるテクスチャマッピング手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記テクスチャマッピング手段は、前記表示のための視点位置に基づいて、前記選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた被写体画像のペアのうちのいずれの画像パターンを採用するかを決定することを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記テクスチャマッピング手段は、前記選択手段で選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた2つの被写体画像の画像パターンを重畳して得られる画像パターンを、該3次元形状モデルに貼り付けることを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記第1生成手段は、前記被写体画像のペアとそれぞれの視点の位置に基づいて、三角測量の原理を用いて被写体の各部の3次元位置を算出し、3次元モデルを生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項8】 被写体画像のペアにおいて、部分領域の移動を表す複数の移動ベクトルを抽出し、該複数の移動ベクトルに基づいて当該被写体画像間の視点の移動及び方向を表すパラメータを生成する第3生成手段を更に備え、

前記第2生成手段は、前記第3生成手段で生成されたパラメータと、前記選択手段で選択された3次元形状モデルとに基づいて、前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項9】 異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元形状モデルを生成する第1生成工程と、  
観察位置と前記複数の被写体画像の視点に基づいて使用

すべき3次元形状モデルを選択する選択工程と、

前記選択工程で選択された3次元形状モデルを用いて前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成する第2生成工程とを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項10】 前記第2生成工程で生成された3次元画像を表示するための表示制御工程を更に備えることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項11】 前記第2生成工程は、前記選択工程で選択された3次元形状モデルを用いて透視投影により前記観察位置に対応する3次元画像を生成することを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項12】 前記選択工程で選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた被写体画像の画像パターンを、該3次元形状モデルに貼り付けるテクスチャマッピング工程を更に備えることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項13】 前記テクスチャマッピング工程は、前記表示のための視点位置に基づいて、前記選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた被写体画像のペアのうちのいずれの画像パターンを採用するかを決定することを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項14】 前記テクスチャマッピング工程は、前記選択工程で選択された3次元形状モデルを生成するのに用いられた2つの被写体画像の画像パターンを重畳して得られる画像パターンを、該3次元形状モデルに貼り付けることを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項15】 前記第1生成工程は、前記被写体画像のペアとそれぞれの視点の位置に基づいて、三角測量の原理を用いて被写体の各部の3次元位置を算出し、3次元モデルを生成することを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項16】 被写体画像のペアにおいて、部分領域の移動を表す複数の移動ベクトルを抽出し、該複数の移動ベクトルに基づいて当該被写体画像間の視点の移動及び方向を表すパラメータを生成する第3生成工程を更に備え、

前記第2生成工程は、前記第3生成工程で生成されたパラメータと、前記選択工程で選択された3次元形状モデルとに基づいて、前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成することを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項17】 コンピュータに3次元形状モデルデータを生成させる制御プログラムを格納する記憶媒体であって、該制御プログラムが、  
異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元形状モデルを生成する第1生成処理のコードと、  
観察位置と前記複数の被写体画像の視点に基づいて使用



すべき3次元形状モデルを選択する選択処理のコードと、  
前記選択処理で選択された3次元形状モデルを用いて前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成する第2生成処理のコードとを備えることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カメラで被写体を複数の方向から撮影した画像をもとに被写体の3次元画像を生成するための画像処理方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、カメラで被写体を複数の回転方向から撮影し、得られた複数の被写体画像を格納しておき、所望の回転方向からの画像を表示させるシステムが知られている。この種のシステムは、得られた複数の被写体画像の各々に撮影方向を関連付けて記録しておき、再生時には、指示された被写体画像の回転方向に対応する撮影方向の被写体画像を表示する。このような機能により、オペレータがインタラクティブに被写体画像を操作することが可能となる。

【0003】図3に被写体画像の撮影方法の1例を示す。この例では被写体1をターンテーブル2の上に固定し、カメラ3を三脚4に固定して撮影する。背景には、一般に無地のものが使用される。このとき被写体1の中心がほぼターンテーブル2の回転軸上にくるように設定し、カメラ3の光軸がターンテーブル2の回転軸と交差するように設定する。また、撮影するフレーム内に被写体1の全体が入るようにする。そしてターンテーブル2をほぼ等角度で回転しながら、被写体の複数方向からの画像を撮影していく。

【0004】そして、例えば、以上のようにして撮影した複数の被写体画像を撮影方向に沿って出力するように配置しておき、再生時には、指示された被写体画像の回転方向に従って順次被写体画像を選択して表示するようにすれば、被写体があたかも3次元的に回転しているような画像を観察することができる。

【0005】また、複数の被写体画像から被写体の3次元モデルを生成し、被写体の画像パターンを3次元モデルに貼り付けて、任意のカメラ位置、方向での被写体の画像を3次元的に表示するシステムが知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、複数の被写体画像を用意しておき、ユーザの指示に従って切り替えて表示する場合には、違和感なく被写体があたかも3次元的に回転しているように表示するために、被写体の回転角度を小さくして撮影しなければならなかった。このため、多くの被写体画像の撮影が必要となり、撮影に手間がかかるとともに、大容量の画像メモリが必要になってしまう。

【0007】また、被写体の3次元モデルを生成し、画像パターンを貼り付けて表示する場合には、被写体の3次元モデルを精度よく生成する必要がある。3次元モデルの精度が悪いと表示する被写体画像の歪みが目立ってしまうからである。しかしながら、このような高精度な3次元モデルの生成には大量の計算時間を必要とする。

【0008】本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、比較的少ない被写体画像から被写体を3次元的に表示することを可能とするとともに、高精度の被写体の3次元形状モデルを生成せずに容易に画像歪みの少ない被写体の3次元画像を表示することができる画像処理方法及び装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の一態様による画像処理装置は、例えば以下の構成を備える。すなわち、異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元形状モデルを生成する第1生成手段と、観察位置と前記複数の被写体画像の視点に基づいて使用すべき3次元形状モデルを選択する選択手段と、前記選択手段で選択された3次元形状モデルを用いて前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成する第2生成手段とを備える。

【0010】また、上記の目的を達成するための本発明の他の態様による画像処理方法は例えば以下の工程を備えている。すなわち、異なる視点から得られる複数の被写体画像の隣り合う被写体画像のペア毎に被写体の3次元形状モデルを生成する第1生成工程と、観察位置と前記複数の被写体画像の視点に基づいて使用すべき3次元形状モデルを選択する選択工程と、前記選択工程で選択された3次元形状モデルを用いて前記観察位置の視点に対応する3次元画像を生成する第2生成工程とを備える。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0012】(第1の実施形態)図1は本実施形態による画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。図1において、101はCPUであり、ROM102又はRAM103に格納された制御プログラムに基づいて各種処理を実現する。102はROMであり、CPU101によって実行される制御プログラムや各種データを格納する。103はRAMであり、ハードディスク等の外部記憶装置からロードされた、CPU101によって実行される制御プログラムを格納する領域や、CPU101が各種処理を実行するに際しての作業領域を提供する。

【0013】104はキーボード、105はポインティングデバイスであり、それぞれ本画像処理装置に対する各種入力を行う。106はディスプレイであり、後述す

るような3次元形状モデルの表示等を行う。

【0014】107は外部記憶装置であり、カメラ3によって撮影された被写体画像データを格納したり、CPU101での実行のためにRAM103へロードされる制御プログラムを格納する。108はカメラインターフェースであり、主に、被写体画像データを外部記憶装置107に格納するために、カメラ3によって撮影することで得られた被写体画像データを入力するのに用いられる。109はバスであり、上記各構成を相互に接続する。

【0015】なお、以下の実施形態では、カメラ3によって撮影された被写体画像データをインターフェース8を介して入力して用いるがこれに限らない。例えば、被写体画像を撮影した複数の写真をスキャナで読み取って被写体画像データとして入力してもよいし、CD-ROM等に格納された画像を被写体画像データとして入力してもよい。

【0016】図2は、第1の実施形態による3次元画像表示手順を説明するフローチャートである。なお、図2に示される制御手順を実現するための制御プログラムは外部記憶装置107に格納されており、CPU101による実行時にRAM103にロードされるものとする。以下、図2のフローチャートを参照して、本実施形態を説明する。

【0017】まず、ステップS1において、カメラ3によって被写体の撮影を行い、画像データを取得する。ここでは、図3に示した方法で撮影を行うものとする。なお、本実施形態においては、図4に示すごとく被写体の回りに3回撮影を行った場合を説明する。なお、図3では被写体を回転しているのに対して、図4では説明のためにカメラを移動した様子を示しているが、図3及び図4の両者によって得られる被写体画像が等価なものであることは明らかであろう。図4において、p1、p2、p3は撮影時のカメラ視点位置を表し、矢印はその光軸方向を示している。p1、p2、p3のそれぞれにおいて撮影して得られた複数の被写体画像は外部記憶装置107に記憶しておき、以下に続く処理を行う。なお、以下の説明においては、カメラ視点位置p1、p2、p3で撮影した画像データをそれぞれg1、g2、g3とする。

【0018】カメラによる被写体の撮影を終えると、ステップS2へ進む。ステップS2では、隣り合った画像間から視差マップを抽出する。本例では、画像g1と画像g2、及び画像g2と画像g3に関して視差マップが抽出されることになる。

【0019】以下、2つの画像から視差マップを抽出する方法について説明する。まず、一方の画像をN×Mのブロックに分割する。そして、各ブロック毎に他方の画像中で画像パターンが最も類似している領域を探索し、探索された領域を対応領域とする。そして、対応するそ

れぞれの領域の中心位置（領域の代表点）の両被写体画像間における変位を視差ベクトルとし、すべてのブロックについての視差ベクトルを抽出して、これを視差マップとする。なお、この視差マップの抽出処理は、すべての隣り合った画像間（本実施形態では画像g1とg2、g2とg3の間）で行われる。

【0020】次に、ステップS3において、ステップS2で得られた視差マップから、2つの被写体画像間におけるカメラの移動パラメータを算出する。カメラの移動パラメータはカメラの視点位置の移動方向を表すパラメータTnとカメラの光軸方向の回転を表すパラメータRよりなる。

【0021】なお、以下に説明するカメラの移動パラメータの算出方法は、Addison-Wesley"Computer and Robot Vision Volume II" (R.M.Haralick and L.G.Shapiro 著) の15.5節に記載されている。まず、画像間の対応関係を表す行列Fを求める。視差マップから一方の画像の各ブロックの代表点の位置(u, v)、他方の画像のそれに対応する領域の代表点の位置(u', v')を取り出し、以下の式1を満足する行列Fを最小自乗法により求める。

$$【0022】x'^T F x = 0 \quad (式1)$$

但し、 $x = (u, v, 1)^T$ 、 $x' = (u', v', 1)^T$ 、Fはランク2、3×3の行列、Tは転置行列を示す。

【0023】そして、行列Fからカメラの3次元回転行列Rおよび単位移動ベクトル $T_n = T / |T|$ を計算する（但し、Tは移動ベクトル）。このカメラの移動パラメータの算出処理をすべての隣り合った画像間（本実施形態では画像g1とg2、g2とg3の間）で行う。以上のようにして得られた画像g1とg2の移動パラメータをTn1、R1とし、画像g2とg3の移動パラメータをTn2、R2とする。

【0024】次に、ステップS4において、視差マップとカメラの移動パラメータから3次元表面データ（3次元形状モデル）を生成する。3次元表面データは、被写体を複数の三角形で表すための複数の頂点の3次元位置を示す頂点データと、3つの頂点データにより構成される三角形データの配列を示すデータで構成される。また、それぞれの頂点データには点の位置を示す3次元座標の他にその頂点の元の2つの被写体画像上での位置を示す2つの2次元座標が割り当てられている。これは、後に3次元画像を表示する際のテクスチャマッピングにおいて、用いるべき元画像データ中のテクスチャを取得するためである。3次元表面データを構成する各三角形の頂点の3次元座標(X, Y, Z)は、図5に示す三角測量の原理を用いた方法により、画像g1とg2の対応点の位置、移動パラメータから計算される。

【0025】但し、カメラの移動パラメータのうちTは絶対値として求まらないので、3次元表面データも被写



体の形状を表す相対値となる。この3次元表面データの生成処理をすべての隣り合った画像間（本実施形態では画像g1とg2、g2とg3の間）で行う。なお、以下の説明では、画像g1とg2から生成した3次元表面データをS1、画像g2とg3から生成した3次元表面データをS2とする。

【0026】次に、ステップS5では、ステップS4で得られた複数の3次元表面データから複数の部分モデルで構成される被写体モデルを生成する。本実施形態では被写体モデルは4つの部分モデルM11、M12、M22、M23よりなる。なお、部分モデルM11、M12は3次元表面データS1から生成され、M22、M23は3次元表面データS2から生成される。

【0027】図6は第1の実施形態において生成される部分モデルの特性を示す図である。ここで、例えば部分モデルM11は、3次元表面データとして、3次元表面データS1の頂点データに基づく3次元構造を持つ。そして、部分モデルM11の三角形データごとに、画像g1の対応する三角領域の画像パターンが貼り付けられる。同様に、部分モデルM12、M22、M23は、それぞれ3次元表面データS1、S2、S2に基づく3次元構造を有し、画像g2、g2、g3の画像パターンが貼り付けられることになる。

【0028】次に、ステップS6では被写体モデルの再生条件が設定される。ここでは、カメラの移動パラメータの変化量や、図6に示される視点移動範囲、左右隣接モデル等が設定される。

【0029】まず、本実施形態では、図4に示したカメラの視点位置p1とp2、及びp2とp3を結ぶ直線上をカメラの視点移動し、カメラの光軸方向は2つの視点での光軸方向の回転量の範囲内を視点移動量に比例した量だけ回転して再生するように、カメラの移動パラメータの変化量を設定する。カメラの移動パラメータの変化量のうち、視点移動量の変化量をdT、再生毎の回転量をdQ、カメラの3次元回転行列Rから得られる回転量をQとすると、以下の式2を満足するように設定する。なお、この再生時のカメラの移動パラメータの変化量は3次元表面データごとに設定する。

$$【0030】 T_n / dT = Q / dQ \quad (式2)$$

更に、被写体の部分モデル（M11、M12、M22、M23）ごとに、図6における視点移動範囲（r11、r12、r22、r23）を設定する。この視点移動範囲は各部分モデルが再生できる視点位置の範囲を表すものであり、本実施形態では1次元方向に再生を行うので、再生範囲の両端の視点位置を設定する。同一の3次元表面データを参照する隣接モデル（例えばM11とM12は共に3次元表面データS1を参照する）に関しては、その視点間の中間位置で部分モデルが切り替わるように視点移動範囲を設定する。

【0031】各3次元表面データ（S1、S2）は、そ

れぞれ2つの視点の画像で定義される独立した3次元座標系を持つので、視点移動範囲の設定位置座標は3次元表面データごとに基準座標が異なる。すなわち、本実施形態では、M11とM12、およびM22とM23の組がそれぞれ同じ座標系での視点移動範囲データを持つことになる。また、図6に示すように各部分モデルごとに左隣接モデル、右隣接モデルを設定する。なお、図6中、NONEは隣接モデルが存在しないことを示す。以上の設定により、被写体モデルは図7に示す視点位置と視点移動範囲で再生されることになる。図中破線は再生時のカメラの視点の軌跡を示す。

【0032】以上のようにして被写体モデルの再生条件の設定を終えると、次に、ステップS7で再生初期状態の設定およびその表示を行う。ここでは画像を表示するウィンドウを生成し、ディスプレイ106の画面に表示する。ウィンドウは画像表示部と被写体操作部からなり、本実施形態では初期状態で部分モデルM22を図7に示すp2の視点位置で見た画像（従って、画像g2と同じ）を透視投影により生成する。なお、透視投影は3Dコンピュータグラフィックスにおける射影の一手法であり、周知の手法である。部分モデルの各三角領域に貼り付けられた画像パターンから透視投影により画像を生成するには、Addison-Wesley社出版"Computer Graphics: principles and practice, 2nd edition in C" Foleyら著のpp.741~744に記されているTexture Mappingを用いる。そして、生成された画像を表示用メモリに描画し、画像表示部であるディスプレイ107に表示する。この様子を図8に示す。図8は本実施形態における3次元モデルの表示状態を示す図である。図8においてVは画像表示部、CL、CRはそれぞれ被写体を左方向、右方向に回転するようユーザが指示する被写体操作部である。また、右上のボタン61は当該3次元モデルの表示を終了されるための終了ボタンである。

【0033】次に、ステップS8においてユーザによる操作の取得を行う。そして、取得されたユーザの操作が終了指示（例えば終了ボタン61のクリック操作）であった場合は、ステップS9より本処理を終了する。また、取得されたユーザ操作が被写体操作部CLまたはCRをクリックしたと判定された場合は、ステップS10よりステップS11へ進む。

【0034】ステップS11では、CLまたはCRのクリックによるカメラ視点の移動を行い、その結果として、カメラ視点の移動範囲に存在するかを判定する。すなわち、まず、現在の再生条件であるカメラ視点位置及び方向から、ユーザが指定した方向に、カメラの移動パラメータの変化量分だけカメラ視点位置及び方向を変化させる。そして、この結果、再生条件が表すカメラ視点位置がどの視点移動範囲にあるかを判定する。

【0035】ステップS12では、新たな再生条件によって示される視点位置が現在表示中の部分モデルの視点



移動範囲内であるかを判定し、範囲内であればステップS15へ、そうでなければステップS13へ進む。

【0036】新たな再生条件が現在の視点移動範囲の外へ出る場合は、ステップS13において、現在の視点移動範囲について設定されている隣接モデル（図6の左隣接モデル、右隣接モデル参照）を参照し、新たな視点移動範囲に対応する部分モデルが存在するかどうかを判定する。そして、隣接する部分モデルが存在すれば、ステップS14へ進み、その隣接する部分モデルへの切り換えを行う。一方、隣接するモデルが存在しない場合は、表示の更新を行わずにステップS8に戻る。なお、この際に、立体モデルの表示が不可である旨をユーザに報知してもよいことはいうまでもない。

【0037】例えば、ユーザが左方向に被写体の回転を指示した場合には右隣接モデルを、ユーザが右方向に被写体の回転を指示した場合には左隣接モデルを調べ、そのモデルへの切替えを行う。図6に関して、現在のカメラ視点位置がp1（視点移動範囲がr11）であり、更に被写体の右方向への回転が指示された（CRがクリックされた）場合は、左隣接モデルが「NONE」であるので、隣接モデルは存在しないのでモデルの切り換えは実行されず、表示の更新もなされない。

【0038】ステップS15では、ステップS11で求めた新たなカメラの視点位置、方向に対応するように再生状態の更新を行う。このとき、部分モデルの切替えが生じると座標系の切り替わる。このように座標系が変わる場合（例えばM22からM12にモデルが切り替わる場合は、S2からS1の座標系へ切り替わる）には、カメラの視点位置、方向はあらかじめ設定されている視点移動範囲の端データ（例えばM22からM12のような左隣接モデルに切り替わる時は、M12の3次元表面データS1を表す座標系での視点移動範囲r12の右端データ）に更新される。

【0039】ステップS16では、表示すべき部分モデルを、設定されているカメラの視点位置、方向で見た場合に得られる画像を透視投影により生成し、表示用メモリに再描画し、画像表示部（ディスプレイ107）に表示する。そして、ステップS8のユーザ操作の取得に処理を戻す。

【0040】以上説明したように、第1の実施形態によれば、隣り合った2つの被写体画像から被写体の3次元表面データを生成し、この生成した3次元表面データに該2つの被写体画像のいずれかより得られる画像パターンを貼り付けて部分モデルを生成する。そして、このような部分モデルを1対の被写体画像毎に用意しておき、指定された視点位置に基づいて、採用する部分モデルを切り換える。このため、比較的数少ない被写体画像であっても、撮影した被写体画像の中間の視点位置及び方向の被写体画像を、違和感なく3次元的に表示することができる。

【0041】また、画像データの数が比較的少ないので、必要な画像メモリの容量も少なくすむ。更に、隣り合った被写体画像間ごとに被写体の3次元表面データを生成するとともに、表示する視点位置に応じて貼り付ける画像パターンも変えているので、高精度の被写体の3次元表面データでなくても、画像歪みの少ない自然な被写体の3次元画像が得られる。

【0042】（第2の実施形態）上述した第1の実施形態においては、隣り合った画像間から生成した被写体の3次元表面データに貼り付ける画像パターンを、図6に示したように、再生時の視点位置に応じて画像データg1～g3の間で切り替えて、被写体画像を描画する。これに対して、第2の実施形態では、1つの3次元表面データにもとの2つの画像パターンを2重に（混合して）貼り付けて描画するようにする。

【0043】なお、第2の実施形態による画像処理装置の構成は第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。以下、第2の実施形態の動作を図2のフローチャートを流用して説明することにする。

【0044】図2に示した処理のうち、被写体の3次元表面データを生成するステップS1～S4までの処理は上述した第1の実施形態と同様である。従って、以下では、ステップS5以降の3次元画像表示処理について説明する。

【0045】ステップS5で複数の3次元表面データから被写体モデルを生成する。第2の実施形態では被写体モデルは2つの部分モデルM1、M2よりなる。それぞれの部分モデルの特性を図9に示す。ここで、例えば部分モデルM1は3次元表面データS1の頂点データに基づく3次元構造を持つ。そして、3次元表面データの三角形データごとに、それぞれの頂点に対応する画像g1中の三角領域の画像パターンと、それぞれの頂点に対応する画像g2中の三角領域の画像パターンとが混合されて貼り付けられる。同様にして、部分モデルM2は3次元表面データS2に画像g2、g3の画像パターンが貼り付けられる。

【0046】次に、ステップS6において、被写体モデルの再生条件が設定される。ここでは、第1の実施形態と同様にカメラの移動パラメータの変化量を設定する。図9に示されるように、被写体の部分モデルM1、M2のそれぞれに対して視点移動範囲r1、r2が設定される。なお、視点移動範囲の両端の視点位置は図10に示すように2つの画像の撮影時の視点位置（p1、p2、p3のいずれか）が設定される。また、図9に示すように、各部分モデルごとに左隣接モデル、右隣接モデルを設定する。

【0047】次に、ステップS7で再生初期状態の設定およびその表示を行う。本実施形態では、再生初期状態において、部分モデルM2を図10に示すp2の視点位置で見た画像（従って、画像g2と同じ）を透視投影に

より生成し、表示用メモリに描画し、画像表示部（ディスプレイ107）に表示する。

【0048】次に、ステップS8においてユーザによる操作の取得を行う。そして、取得されたユーザの操作が終了指示（例えば終了ボタン61のクリック操作）であった場合は、ステップS9より本処理を終了する。また、取得されたユーザ操作が被写体操作部CLまたはCRをクリックしたと判定された場合は、ステップS11へ進む。

【0049】ステップS11では、CLまたはCRのクリックによるカメラ視点の移動を行い、その結果として、カメラ視点がどの視点移動範囲に存在するかを判定する。すなわち、まず、現在の再生条件であるカメラ視点位置及び方向から、ユーザが指定した方向に、カメラの移動パラメータの変化量分だけカメラ視点位置及び方向を変化させる。そして、この結果、再生条件が表すカメラ視点位置がどの視点移動範囲にあるかを判定する。

【0050】ステップS12では、新たな再生条件によって示される視点位置が現在表示中の部分モデルの視点移動範囲内であるかを判定し、範囲内であればステップS15へ、そうでなければステップS13へ進む。

【0051】新たな再生条件が現在の視点移動範囲の外へ出る場合は、ステップS13において、現在の視点移動範囲について設定されている隣接モデル（図9の左隣接モデル、右隣接モデル参照）を参照し、新たな視点移動範囲に対応する部分モデルが存在するかどうかを判定する。そして、隣接する部分モデルが存在すれば、ステップS14へ進み、その隣接する部分モデルへの切り換えを行う。一方、隣接するモデルが存在しない場合は、表示の更新を行わずにステップS8に戻る。なお、この際に、立体モデルの表示が不可である旨をユーザに報知してもよいことはいうまでもない。

【0052】例えば、ユーザが左方向に被写体の回転を指示した場合には右隣接モデルを、ユーザが右方向に被写体の回転を指示した場合には左隣接モデルを調べ、そのモデルへの切替えを行う。図9に関して、現在のカメラ視点位置がp1であり、更に被写体の右方向への回転が指示された（CRがクリックされた）場合は、部分モデルM1の左隣接モデルが「NONE」であるので、隣接モデルは存在しないと判断され、モデルの切り換えは実行されない。

【0053】ステップS15では、ステップS11で求めた新たなカメラの視点位置、方向に対応するように再生状態の更新を行う。このとき、部分モデルの切替えによって座標系が変わる場合（例えばM2からM1に部分モデルが切り替わる場合）には、カメラの視点位置、方向はあらかじめ設定されている視点移動範囲の端データ（例えば部分モデルM2から、その左隣接モデルである部分モデルM1に切り替わる場合は、部分モデルM1の3次元表面データS1を表す座標系での視点移動範囲r

1の右端データ）に更新される。

【0054】ステップS16では、表示すべき部分モデルを、設定されているカメラの視点位置、方向で見た場合に得られる画像を透視投影により生成し、表示用メモリに再描画し、画像表示部（ディスプレイ107）に表示する。そして、ステップS8のユーザ操作の取得に処理を戻す。

【0055】このとき、カメラの視点位置に応じて、2重に貼り付けられた画像パターンの混合比率を設定する。例えば、図10の視点移動範囲r1においては、視点移動範囲の左端であるp1の位置では画像g1と画像g2の混合比率が1:0、視点移動範囲の右端であるp2の位置では画像g1と画像g2の混合比率が0:1、その中間では視点p1とp2からの距離に反比例した比率で画像g1とg2の画像パターンを部分モデルM1に貼り付ける。

【0056】以上のように、第2の実施形態では1つの3次元表面データに元となる2つの被写体画像からの画像パターンを混合して貼り付けて描画するとともに、その混合比率を視点位置に基づいて変化させる。このため、被写体の表面の画像パターンがより自然に変化するようにになる。

【0057】なお、以上の実施形態では、被写体の画像データ取得から3次元画像表示までを1つの処理で構成したが、ステップS1～S4までを被写体の3次元データ生成処理、ステップS5～S16までを被写体の3次元表示処理として、2つの処理部分で構成してもよい。この場合、被写体の3次元データ生成処理においては、被写体の3次元データとして、複数の被写体画像の隣り合った画像間から生成した3次元表面データとそのときのカメラの移動パラメータを一旦ファイルに記憶しておき、そして、ステップS5以降の被写体の3次元データ生成処理においてファイルに記憶された被写体の3次元表面データを読み出して被写体モデルを生成するようにすればよい。

【0058】また、上記各実施形態では、被写体の3次元表面データを頂点データと三角形データの配列により構成される3次元データとしたがこれに限らない。例えば、頂点データの配列をN次多項式やスプライン曲面、超2次曲面、球面調和関数等で近似して、これら関数のパラメータを被写体の3次元データとしてもよい。このようにすれば、一旦、3次元データをファイルに記憶しておく構成をとるような場合に、被写体の3次元データを近似モデルのパラメータとして持つことができ、少ない記憶容量で3次元モデルを記憶できる。また、ステップS5等における被写体の3次元モデル生成時に、この近似モデルを頂点データと三角形データの配列により構成される3次元表面データに再構成しておけば、以降は、上述した各実施形態と同様の処理で被写体の3次元画像の表示を行うことができる。



【0059】また、以上の実施形態においては被写体を無地の背景の前で撮影することを前提として説明した。被写体の背景が無地でない場合には、図4のように被写体を中心に異なる方向から撮影した場合、背景の画像が著しく変化するので背景領域における視差を正しく求めるのが困難となる。このような場合には、ステップS2における視差マップ抽出処理に先立って、ユーザによって被写体の輪郭部を指定するようにすればよい。このとき、視差マップ抽出処理において、ユーザが指定した被写体領域内で視差ベクトルを抽出するようにする。

【0060】また、このとき、ユーザが指定した輪郭線の変化が急峻な点（例えば、ユーザが多角形として被写体の輪郭を指定するような場合はその多角形の頂点）に対して視差ベクトルを抽出するようにしてもよい。このようにすれば、被写体の3次元データを生成する際に、ユーザの指定を反映した被写体の3次元構造を生成することができる。

【0061】また、上記した各実施形態においては、被写体を3つの視点で撮影した場合の処理について説明したが、3つ以上の任意の視点数の画像に関して容易に本実施形態の構成を拡張できることは明らかである。

【0062】また、以上の実施形態においては被写体を1次元的に移動した視点で撮影した場合の処理について説明したが、3次元的に分布した任意の視点位置の画像についても上記実施形態によって示された3次元画像表示方法は容易に適用できるものである。

【0063】また、以上の実施形態においては被写体の3次元画像を表示する際にカメラの視点移動を1次元的に行って再生する場合の処理について説明したが、被写体を任意の3次元の視点位置、方向から見た画像を表示するようにしてもよい。

【0064】なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、デジタルカメラなど）に適用してもよい。

【0065】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【0066】この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0067】プログラムコードを供給するための記憶媒

体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROMなどを用いることができる。

【0068】また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0069】さらに、記憶媒体から読出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、比較的少ない被写体画像から被写体を3次元的に表示することができる。また、高精度の被写体の3次元形状モデルでなくとも画像歪みの少ない被写体の3次元画像を表示することができる。

【0071】

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態による画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態による3次元画像表示手順を説明するフローチャートである。

【図3】被写体画像の撮影方法の1例を示す図である。

【図4】図3の撮影方法によるカメラ視点の変化を説明する図である。

【図5】三角測量の原理により、画像g1とg2の対応点の位置と移動パラメータからの3次元座標の計算を説明する図である。

【図6】第1の実施形態において生成される部分モデルの特性を示す図である。

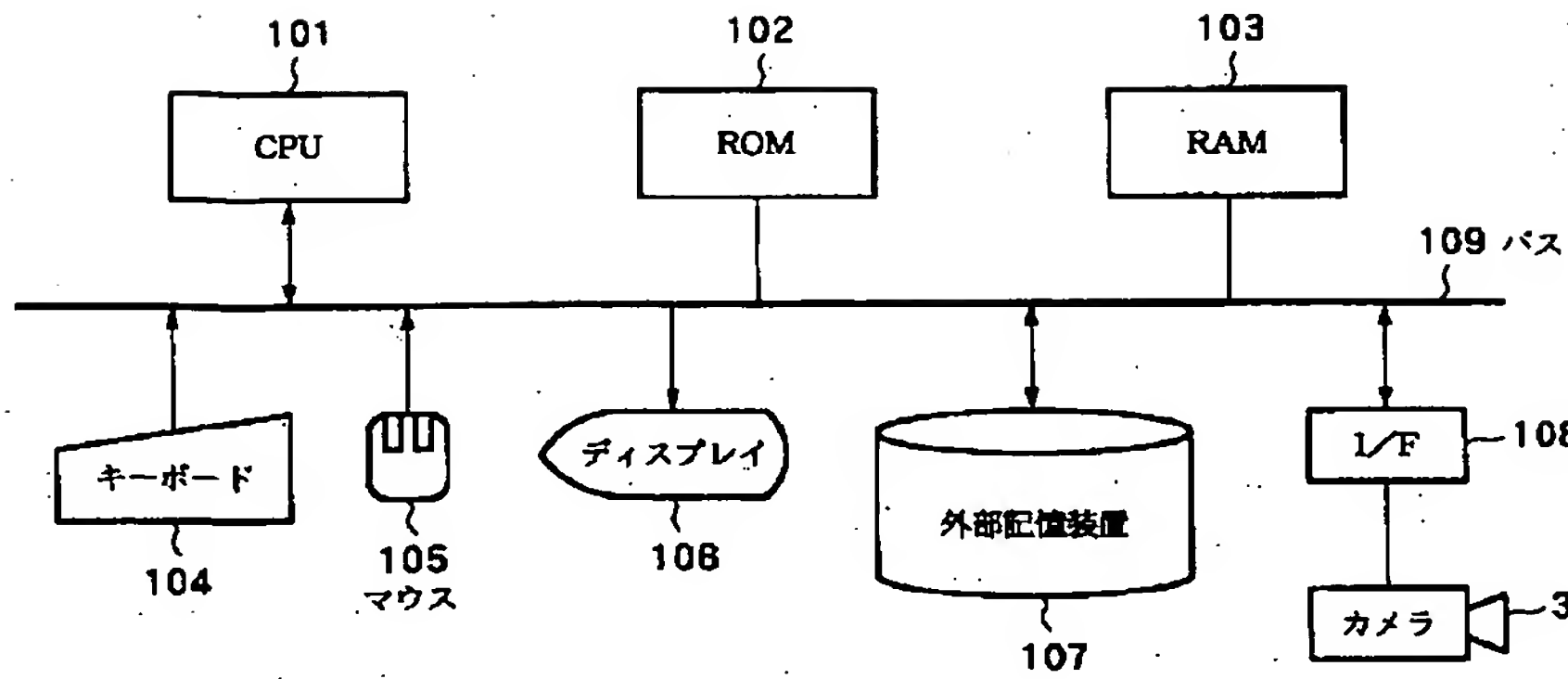
【図7】第1の実施形態における被写体モデル、視点移動範囲を示す図である。

【図8】本実施形態における3次元モデルの表示状態を示す図である。

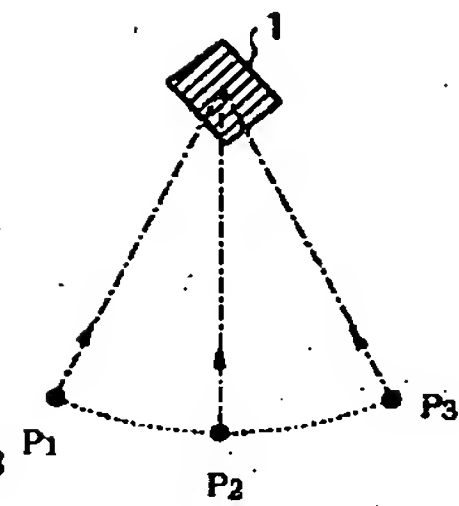
【図9】第2の実施形態において生成される部分モデルの特性を示す図である。

【図10】第2実施形態における被写体モデルの視点移動範囲を示す図である。

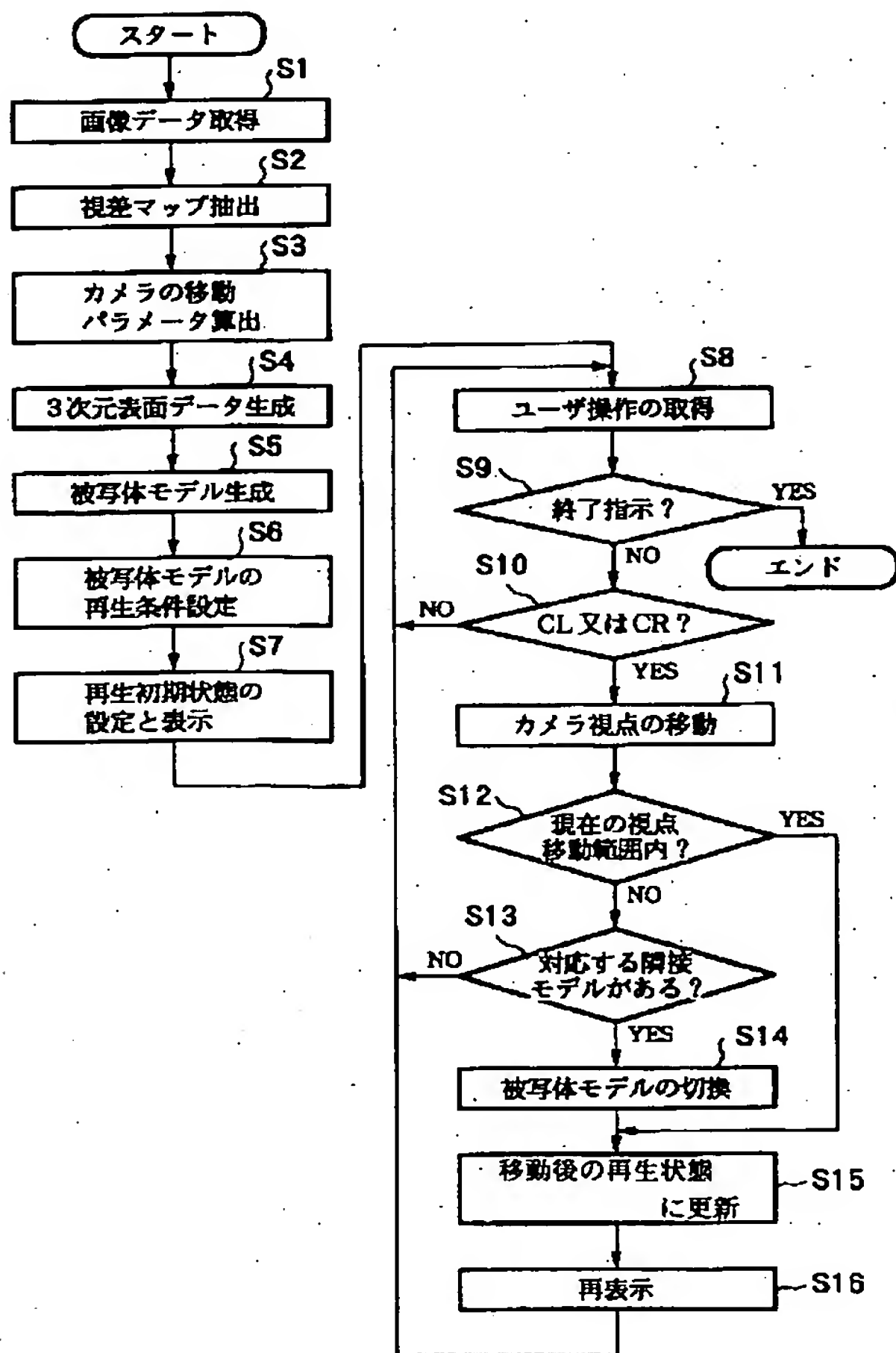
【図1】



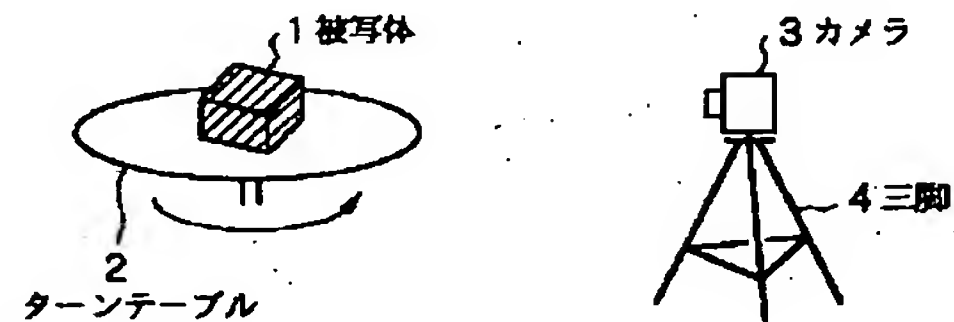
【図4】



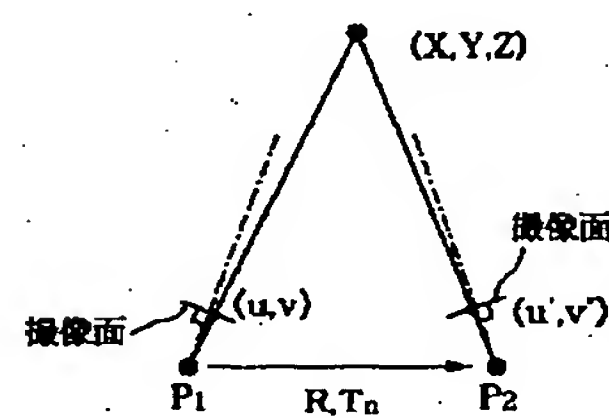
【図2】



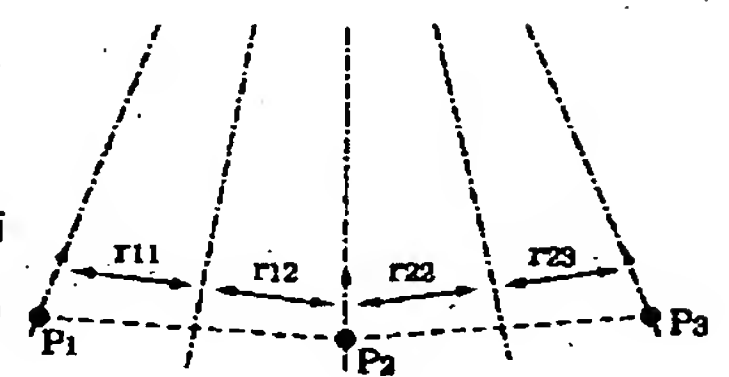
【図3】



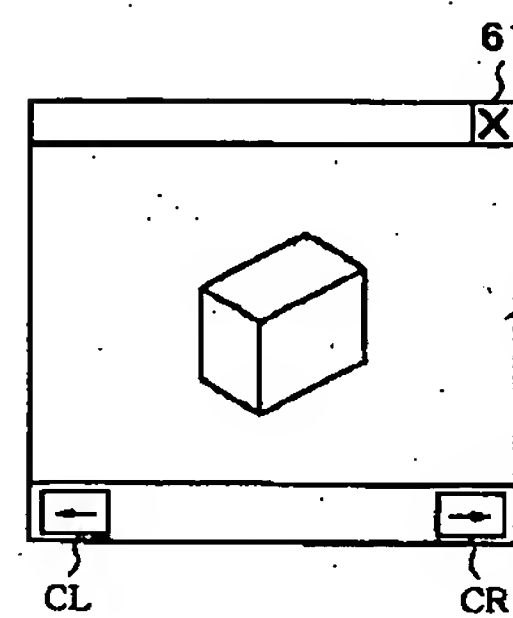
【図5】



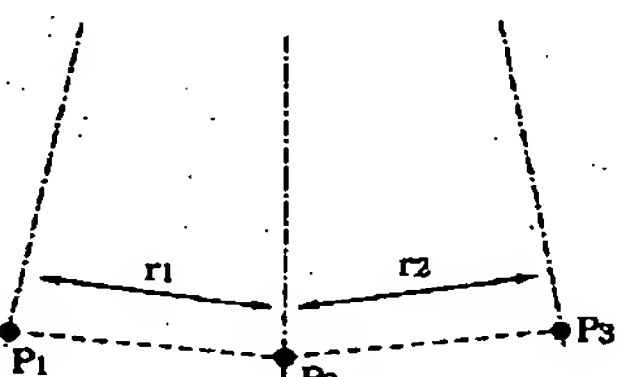
【図7】



【図8】



【図10】





【図6】

	3次元表面データ	画像データ	視点移動範囲	左隣接モデル	右隣接モデル
M <sub>11</sub>	S <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	r <sub>11</sub>	NONE	M <sub>12</sub>
M <sub>12</sub>	S <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	r <sub>12</sub>	M <sub>11</sub>	M <sub>22</sub>
M <sub>22</sub>	S <sub>2</sub>	g <sub>2</sub>	r <sub>22</sub>	M <sub>12</sub>	M <sub>23</sub>
M <sub>23</sub>	S <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	r <sub>23</sub>	M <sub>22</sub>	NONE

【図9】

	3次元表面データ	左画像データ	右画像データ	視点移動範囲	左隣接モデル	右隣接モデル
M <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	NONE	M <sub>2</sub>
M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	r <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	NONE

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5B050 BA09 CA04 CA07 DA07 EA04  
EA07 EA12 EA27 FA02 FA09  
5C061 AA29 AB03 AB08 AB11 AB12  
AB17 AB21